Lørdagsverksted i fysikk. Institutt for fysikk, NTNU. Høsten 2007.
Veiledning: 22. september kl 12:15 – 15:00.

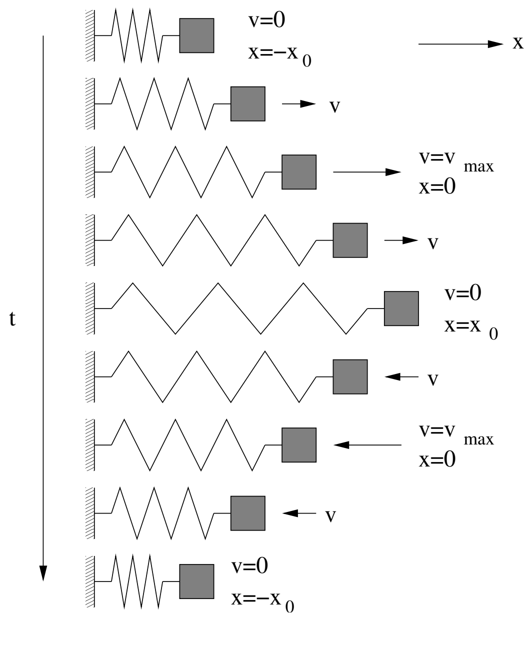
Øving 3: Impuls, bevegelsesmengde, energi. Bevaringslover.

Oppgave 1

a) Du er ute og sykler på en stor parkeringsplass. Plutselig kommer du på at du har glemt noe. Du tar en u-sving, og sykler tilbake dit du kom fra uten å miste nevneverdig fart. Hva har skjedd med bevegelsesmengden din? Hvordan stemmer dette med bevaringslovene for bevegelsesmengde og energi?

b) Nettstedet www.worldjumpday.org forsøkte å oppfordre flest mulig til å hoppe rett opp og ned klokken 11:39:13 den 20. juli 2006. Tanken var at hvis de fikk minst 600 millioner mennesker til å hoppe opp og ned på riktig tidspunkt, kunne man forandre banen til jorden, og dermed motvirke global oppvarming. Har du noen kommentarer til den som tenkte opp denne idéen?

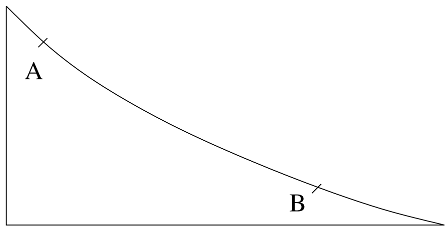
c) Se på figuren nedenfor og tegn opp et diagram som viser den potensielle, den kinetiske og den totale energien som funksjon av x.



Figur 1

d) Beskriv hvordan du kan utføre et fullkomment uelastisk støt for å beregne farten hos et lite prosjektil. Ta med figur og beregninger.

e) To gjenstander med massene m og $2m$ sklir friksjonsfritt ned en renne fra A til B. (Se figur 1). Begge gjenstandene var i ro ved A. Vurder om de følgende påstandene er riktige.



Figur 2: Gjenstandene sklir fra A til B

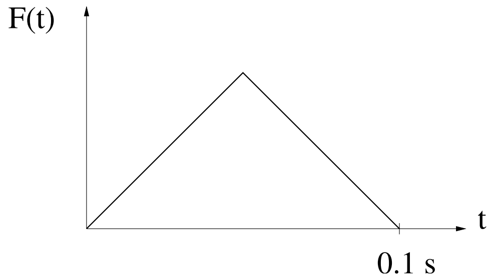
1. Når gjenstandene kommer til B, har de fått like stor kinetisk energi.
2. Ved B vil den ene gjenstanden ha dobbelt så stor bevegelsesmengde som den andre.
3. Gjenstanden med størst masse bruker kortest tid fra A til B.

f) Et legeme som er i ro, eksploderer til to legemer med massene m og M, der $M = 2m$. Drøft følgende påstander:

1. Den samlede kinetiske energien er null.
2. De to delene har like stor kinetisk energi.
3. Den samlede bevegelsesmengden er lik null etter eksplosjonen.
4. De to delene har like stor fart.
5. De to delene har like stor bevegelsesmengde.

Oppgave 2

Tenk deg at du kaster en håndball mot en vegg slik at den treffer veggen med starthastighet $v_0 = 70$ km/t. Ballen spretter tilbake med hastighet 60 km/t direkte mot deg. Hvor stor kraftimpuls har veggen overført til ballen hvis ballen har masse $m = 400$ g?
Dersom kraften er som skissert i figuren under, og den overføres i løpet av en total tid på 0.1 sekund, hvor stor er den maksimale kraften ballen opplever i løpet av støtet?



Figur 3

Oppgave 3

Den norske skipen setter siste sten med en utgangshastighet på 3.54 m/s. Avstanden herfra til sentrum av boet er 36.0 m, og den dynamiske friksjonskoeffisienten mellom sten og is er 0.0168. Hvor langt fra sentrum av boet stopper stenen? Vil det hjelpe å koste?

Oppgave 4

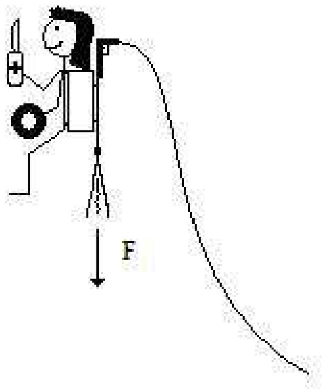
Ved en eksplosjon blir en stein sprengt i tre deler. To av delene farer av gårde i retninger som danner en rett vinkel med hverandre. Den ene av disse delene har massen 1.1 kg og farten 12 m/s, og den andre av delene har massen 2.5 kg og farten 6.8 m/s. Den tredje delen har massen 0.70 kg.

a) Tegn et diagram som viser hvilken fartsretning den 3. delen får.

b) Finn farten til denne delen.

Oppgave 5

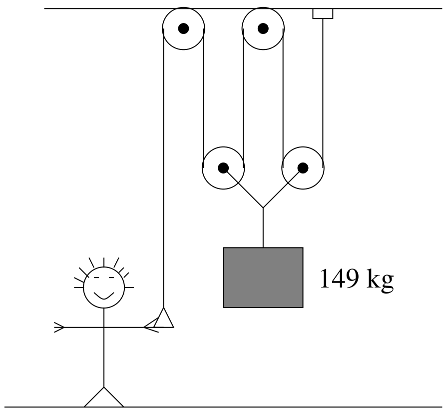
McGyver har igjen rotet seg bort i en gruppe ondsinnede russere, og blir holdt fanget i lasterommet på et fraktskip. Alle utveier bortsett fra luka høyt oppe i taket er lukket og låst. Men heldigvis har McGyver fått tak i en lommekniv, et par ruller gaffateip og en høytrykkspyler, og får dermed fort laget seg en provisorisk jetpack. McGyver veier 100 kg, jetpack, gaffateip og hår inkludert. Vi antar videre at McGyver er heldig og finner en kraftig høytrykkspyler som kan sende ut en halvliter vann per sekund. Vannet blir tilført gjennom en slange fra en vanntank som står på gulvet. Hvilken utløpshastighet må da vannet minst ha for at McGyver skal kunne holde seg svevende i lufta og dermed komme seg ut gjennom luka i taket? Sammenlign denne hastigheten med lydhastigheten (340 m/s).



Figur 4. McGyver unnslipper

Oppgave 6

I forrige øving (øving 2, oppgave 4) så vi på et trinsesystem (eller en *talje*) som man kunne tenke seg å bruke for å løfte en tung pakke. Vi kom fram til at man med denne konfigurasjonen kun trengte å bruke 1/4 av kraften for å løfte pakken i forhold til dersom man løftet den rett opp uten hjelp av trinsene. Hvordan forklarer man at pakken kan løftes til samme høyde (altså få den samme økningen i potensiell energi) med bare 1/4 av kraften? Sett opp et uttrykk for arbeidet du utfører på systemet i begge tilfellene - både når du løfter pakken rett opp og når du benytter deg av trinsekonfigurasjonen.



Figur 5. Talje

Oppgave 7

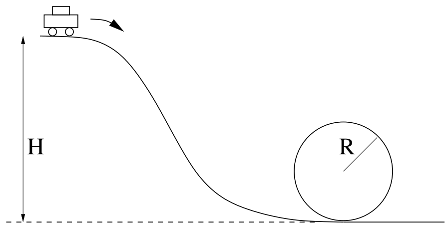
To kasser henger i hver sin ende av et tau som henger over en trinse. Kassene har masse $m_1 = 1.37$ kg og $m_2 = 1.51$ kg. Tauet har neglisjerbar masse og "ruller" over trinsen uten å gli. Systemet holdes i ro før det slippes med m_2 84 cm over bakken.

a) Anta først at trinsen har neglisjerbar masse. Bruk prinsippet om energibevarelse til å bestemme farten til m_2 rett før den treffer bakken.

b) Anta nå at trinsen er et hjul der eiker og nav har neglisjerbar masse, slik at hjulets masse $m_3 = 0.75$ kg kan anses som jevnt fordelt over felgen. Hjulets radius er 15 cm. Hva blir nå farten til m_2 rett før den treffer bakken? (Merk: Det er ikke nødvendig å kjenne til begrepet *treghetsmoment* for å besvare dette spørsmålet!)

Oppgave 8

En bil med masse M sklir nedover en friksjonsfri bane som inneholder en loop med radius R:



Figur 6.

Bilen starter ved høyden $H > 2R$, med null hastighet.

a) Hva er hastigheten i bunnen av loopen?

b) Hva er hastigheten på toppen av loopen?

c) Hvilke krefter virker på bilen på toppen av loopen? Tegn figur.

d) Hvilken verdi må H ha for at bilen *akkurat* skal komme seg gjennom loopen?

Oppgave 9

Tenk deg at du har to sprettballer, en med masse m_1, og en med masse $m_2 = 3m_1$. Du slipper begge to fra en høyde h, på en slik måte at den letteste ballen lander oppå den tyngste umiddelbart etter at den tyngste traff bakken. Hvor høyt spretter den letteste ballen? Du kan se bort fra luftmotstand og anta at alle støtene er elastiske. Begge ballene har svært liten radius i forhold til høyden h.

Oppgave 10

En liten kule med masse 0.20 kg henger i en lett snor som er 0.60 m lang. Vi trekker kula ut til siden slik at snora blir horisontal, og slipper kula. I sitt laveste punkt treffer kula en kloss med masse 0.60 kg som ligger ytterst på kanten av en glatt, horisontal bordplate. Klossen treffer golvet 0.69 m fra bordkanten (målt horisontalt). Bordplaten har en høyde på 81 cm over golvet.

a) Beregn farten som kula har umiddelbart før støtet.

b) Vis at klossen fikk en utgangsfart på 1.7 m/s.

c) Bestem klossens hastighet når den treffer golvet (størrelse og retning).

d) Beregn farten kula har like etter støtet.

e) Avgjør om støtet var elastisk.

Oppgave 11

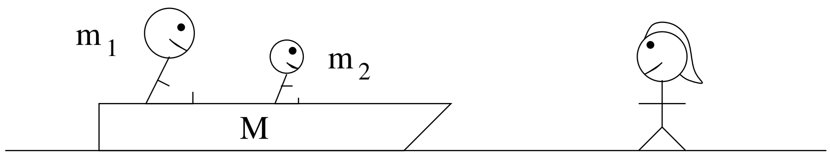
Far og sønn, med masse m_1 og m_2, sitter på en slede med masse M som står i ro ute på et islagt vann. Isen er så glatt og fin at vi kan se bort fra friksjon. Mor står på isen og betrakter det hele.

a) Far hopper nå ut av sleden. Mor registrerer at han seiler bortover isen med hastighet v. Hvor stor hastighet u_1 ser hun at sleden har fått?

b) Nå hopper sønnen etter, i samme retning som far. Mor registrerer at sønnen blir liggende i ro på isen. Hvor stor hastighet u_2 har sleden nå?

c) Hva blir sledens hastighet dersom far og sønn hopper ut i motsatt rekkefølge? (Vi antar at de hopper ut på samme *måte* som sist. Med andre ord: Kraften $F_{\mathrm{s,s}}(t)$ som sønnen virker på sleden med er den samme som i punkt *b*), og kraften $F_{\mathrm{f,s}}(t)$ som faren virker på sleden med er den samme som i punkt *a*).)

d) Hva blir sledens hastighet om far og sønn hopper ut samtidig? (Fortsatt i samme retning, og hver av dem på sin bestemte måte, som tidligere.)



Figur 7.